

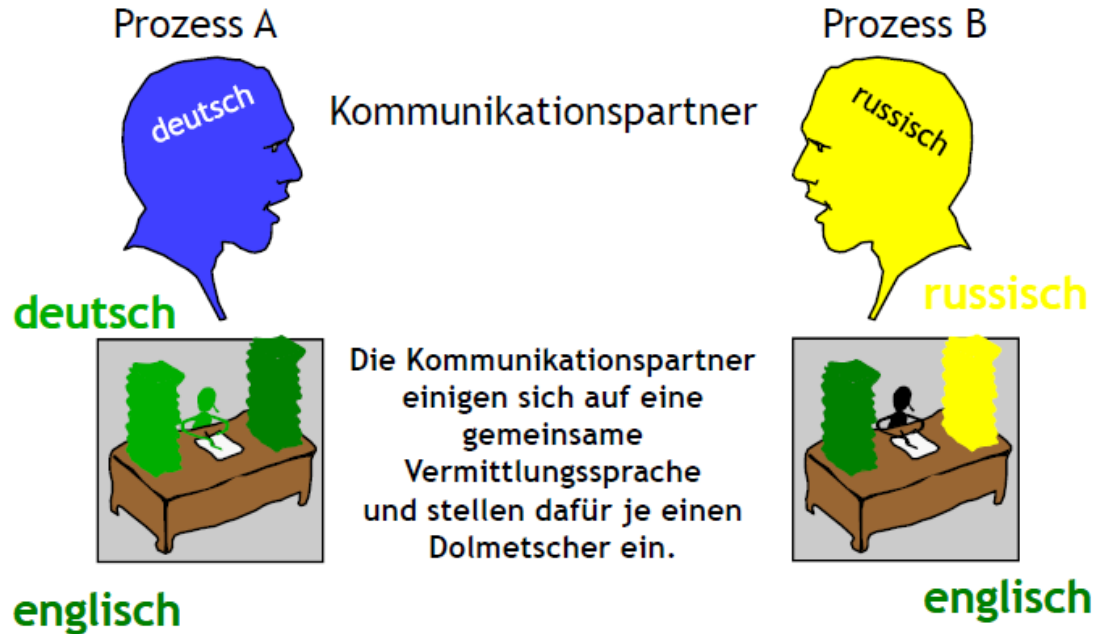
UbiComp – Teil 4: Netzwerktechnik und industrielle Kommunikation I

Prof. Dr.-Ing. Dorothea Schwung

Lernziele Teil 4

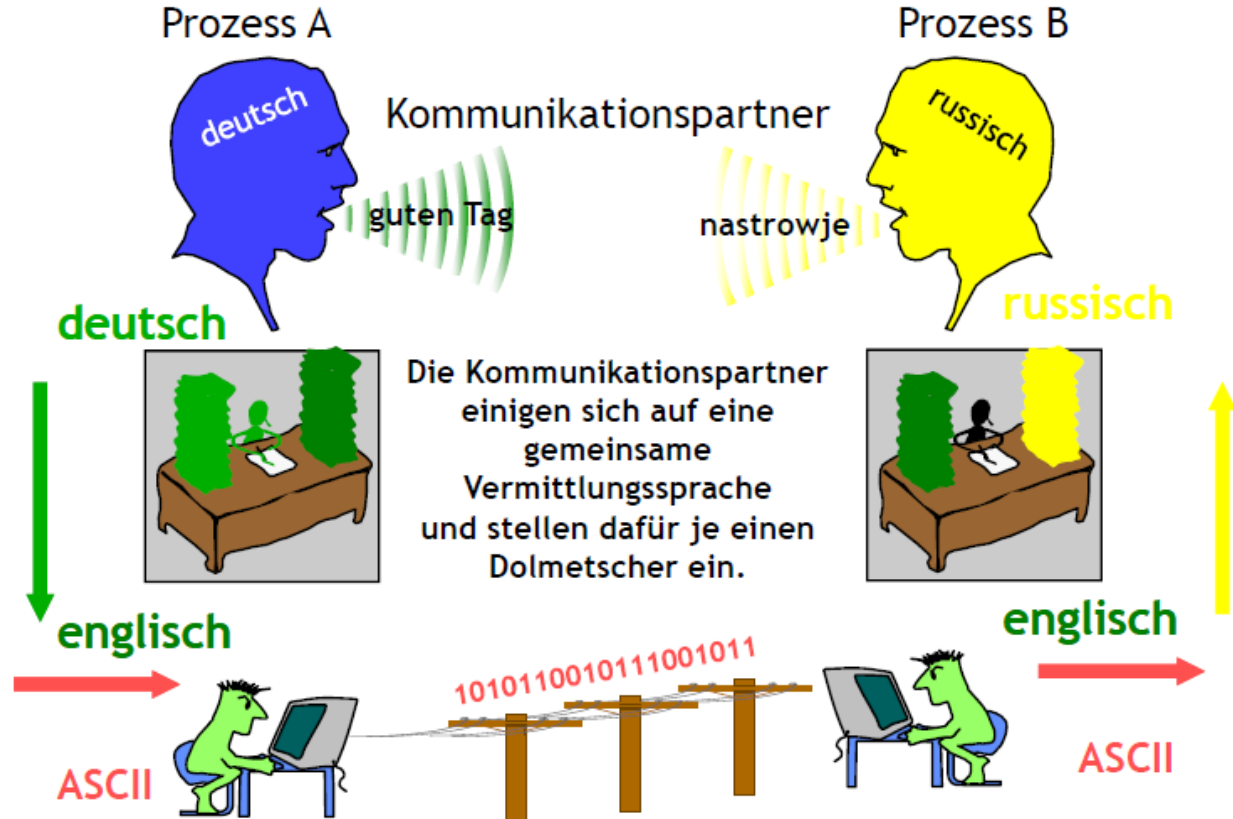
1. Sie wissen wozu das ISO-OSI Schichtenmodell dient und können die einzelnen Schichten benennen und näher beschreiben.
2. Sie kennen diverse Übertragungsmedien und deren Eigenschaften.
3. Sie sind mit den Codierungsarten vertraut und können diese schematisch erklären.
4. Sie können die verschiedenen Manchestercodierungen unterscheiden.
5. Sie kennen mögliche Topologien innerhalb der Bitübertragungsschicht.

Der Kommunikationsprozess

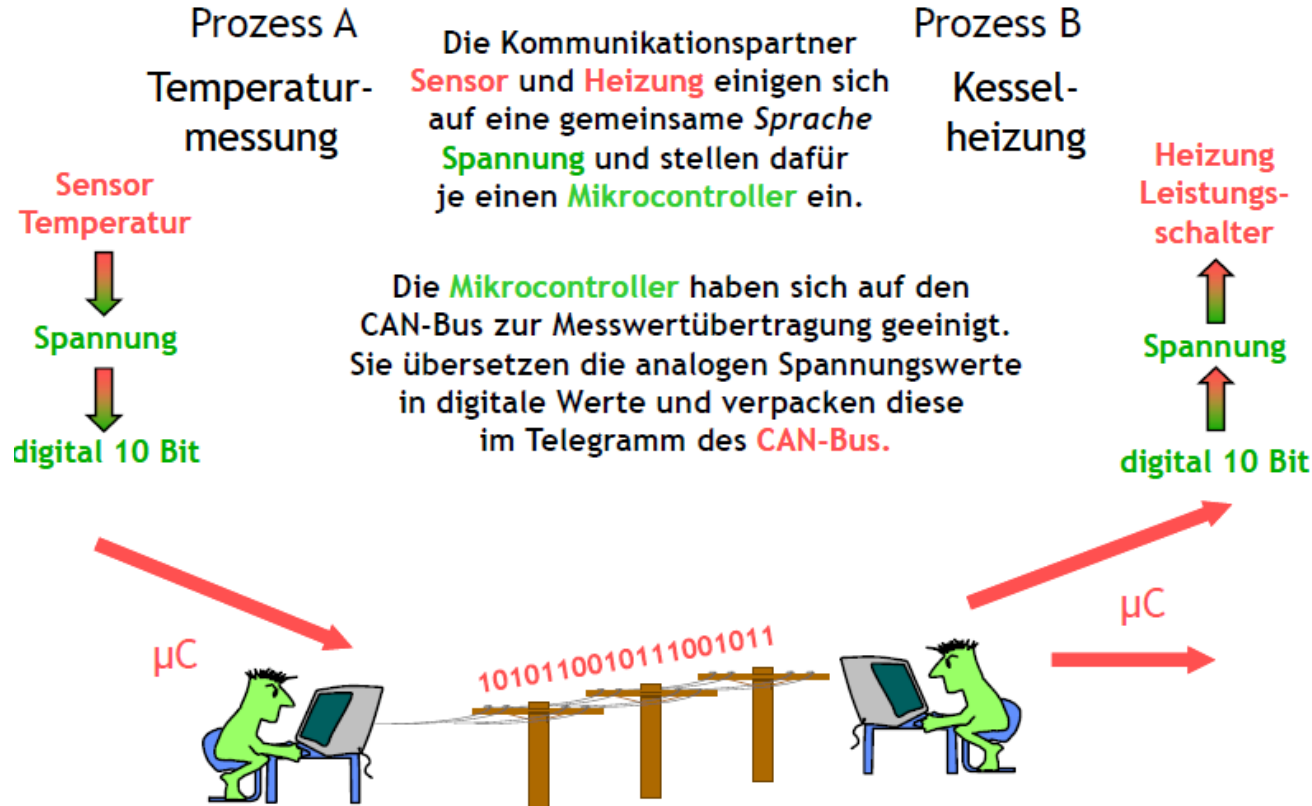


Die Dolmetscher stellen je einen Kommunikationselektroniker ein, diese einigen sich auf die Übertragungsart und das Übertragungsmedium.

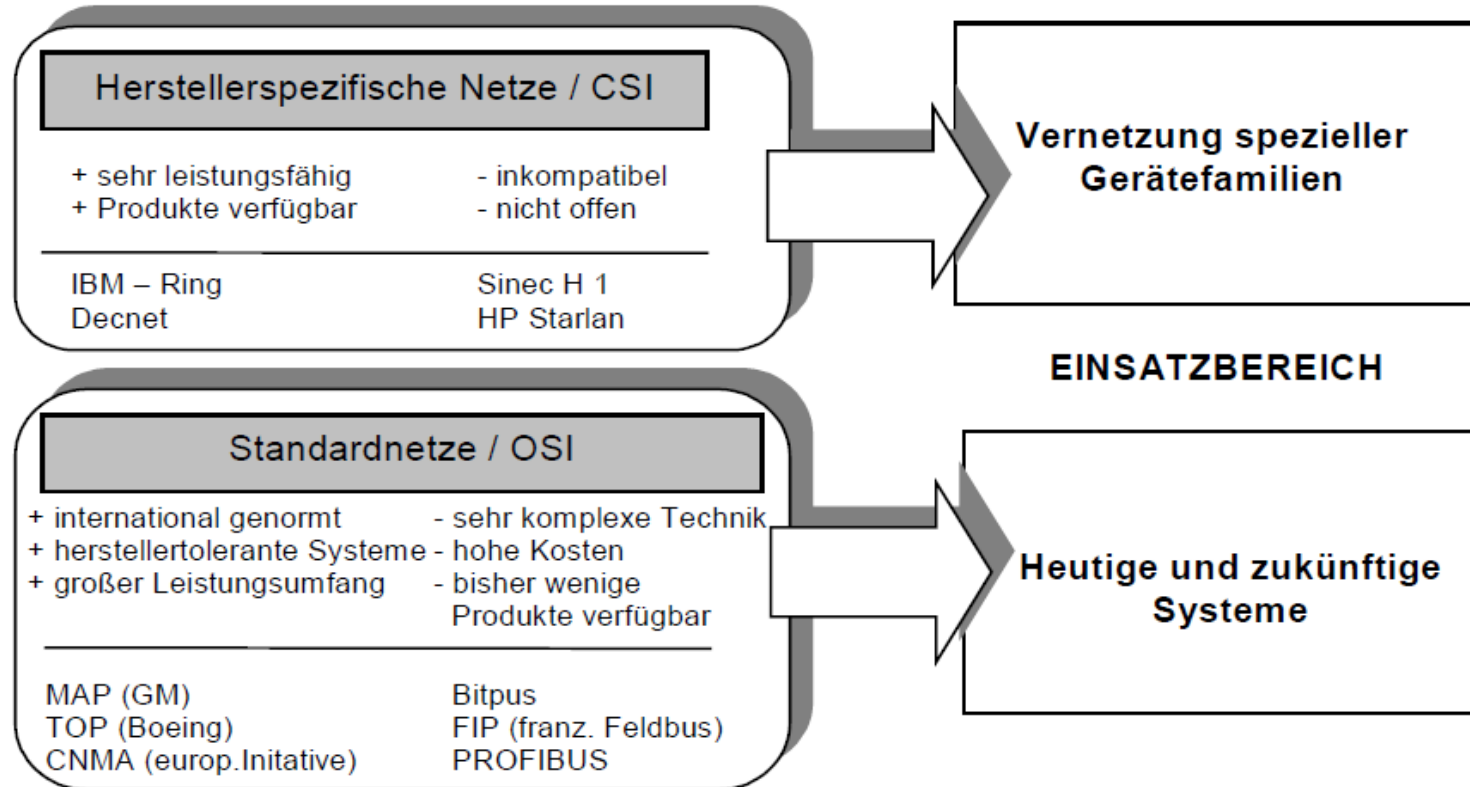
Der Kommunikationsprozess



Der Kommunikationsprozess



Standardisierung–offene Kommunikationssy.



ISO-OSI Schichtenmodell

- **ISO-OSI-Modell**

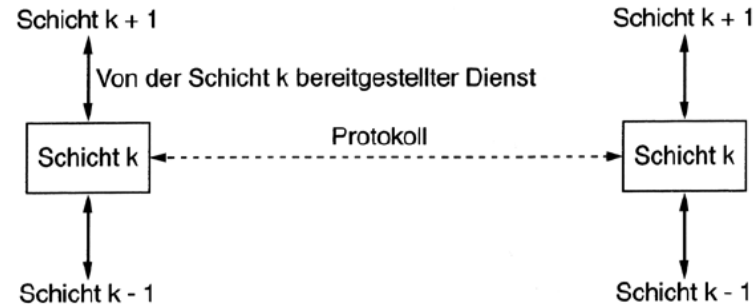
- beschreibt das externe Verhalten von Endsystemen und keine Implementierung
- dient der Interoperabilität verschiedenster Protokolle und Netzwerktechnologien
- realisiert durch Schichten-Modell
 - **Abstraktion** / Komplexitätsreduzierung
 - Austauschbarkeit der Protokolle einzelner Schichten

- **ISO** → *International **S**tandard **O**rganization*

- **OSI** → ***O**pen **S**ystems **I**nterconnection Reference Model*

ISO-OSI Schichtenmodell

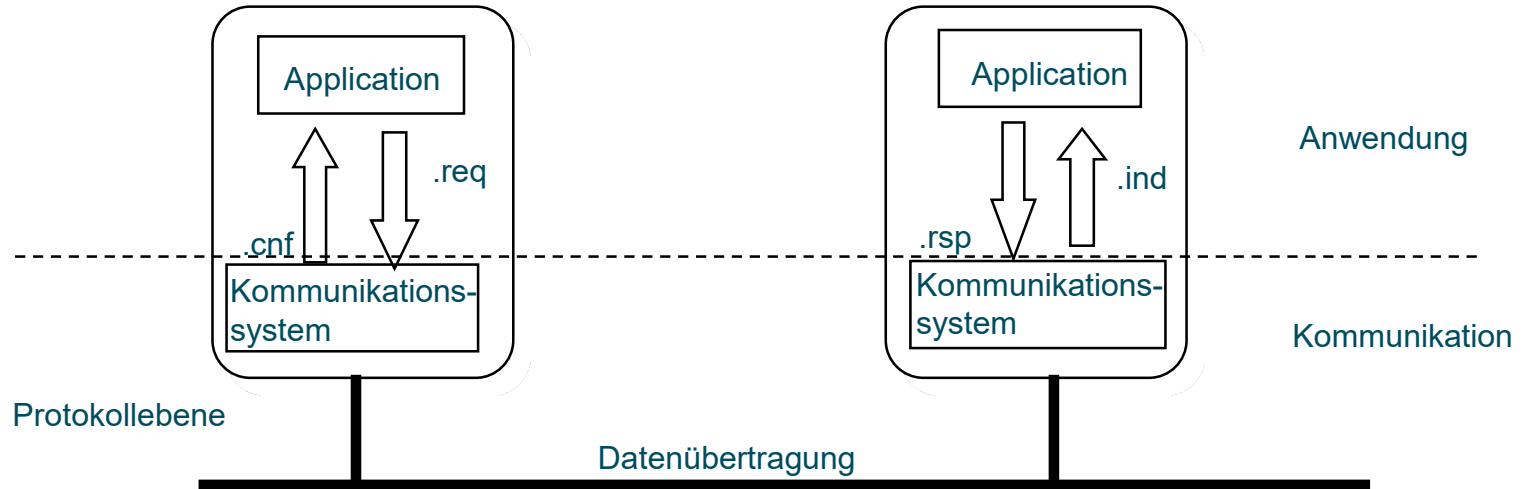
- **Unabhängigkeit** von **Hard-/ Software**
- **Offenheit**
- Vergleichbarkeit der einzelnen Systeme
- **7 Schichten**,
 - die nur **Schnittstellen** zu den benachbarten Schichten haben



- einheitliche Sprachregelungen
- **jede Schicht "manipuliert" die Daten**

ISO-OSI Schichtenmodell

Ablauf einer Datenübertragung



- Req (Request, Anforderung vom Klienten),
- Rsp (Response, Antwort vom Klienten),
- Ind (Indication, Anzeige vom Dienst),
- Cnf (Confirmation, Bestätigung vom Dienst)

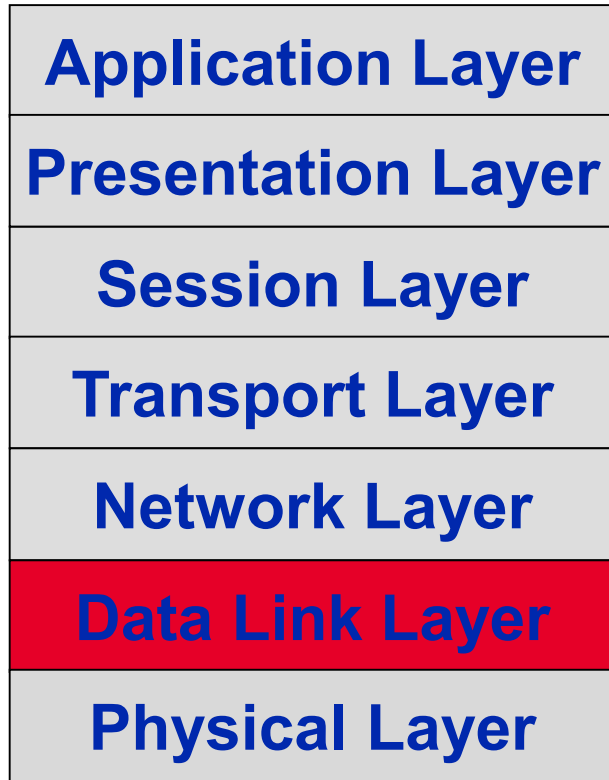
ISO-OSI Schichtenmodell



Schicht 1: **Bitübertragungsschicht**

- Übertragung des „rohen“ Bitstroms
- Aufrechterhaltung der physikalischen Verbindung
- Festlegung
 - Übertragungsmedium
 - Steckerbelegung
 - Übertragung
 - Modulationsart
 - Übertragungsrate
 - Leitungslänge
 - Signalpegel

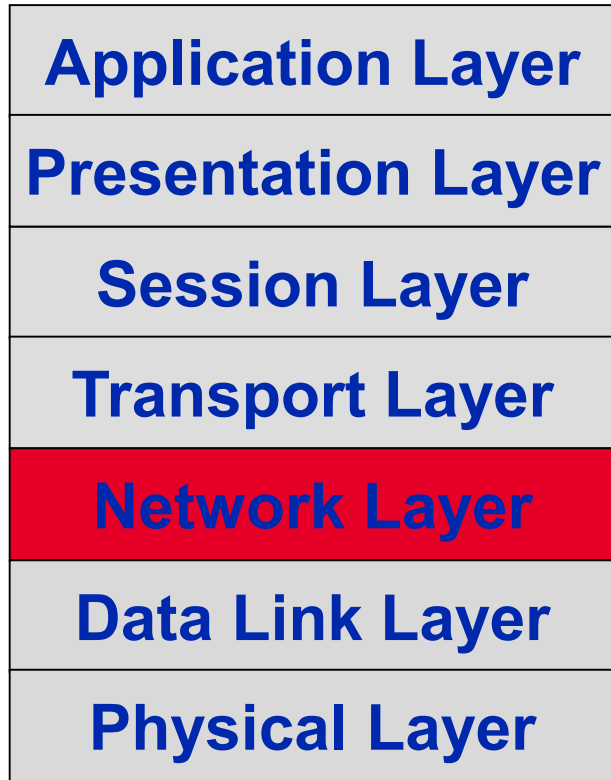
ISO-OSI Schichtenmodell



Schicht 2: **Sicherungsschicht**

- Aufbau und Unterhaltung einer „logischen“ Verbindung
- Zeichen- und Datenblocksynchronisation
- Erkennung von Datenblockgrenzen
- Fehlererkennung und Fehlerbehandlung
- Zugriffssteuerung auf das Medium
- sehr oft Unterteilung in 2 Teilschichten:
 - Logical Link Control
 - Medium Access Control

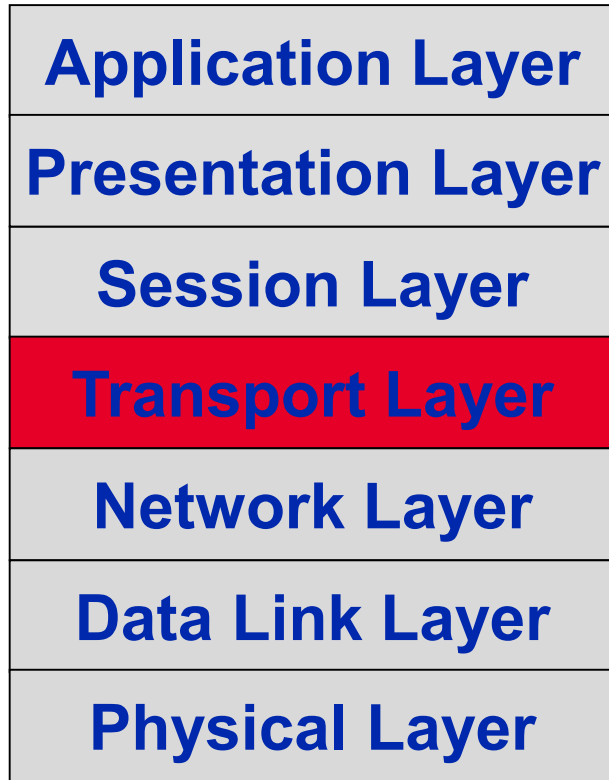
ISO-OSI Schichtenmodell



Schicht 3: **Vermittlungsschicht**

- Routing:
 - Suche nach dem kürzesten, schnellsten und kosten-günstigsten Weg durch ein Netz von Knoten
- Flusskontrolle innerhalb des Netzes:
 - Teilstreckenüberwachung mit Zwischenspeichern
- Verbindungsorientierte und verbindungslose Dienste

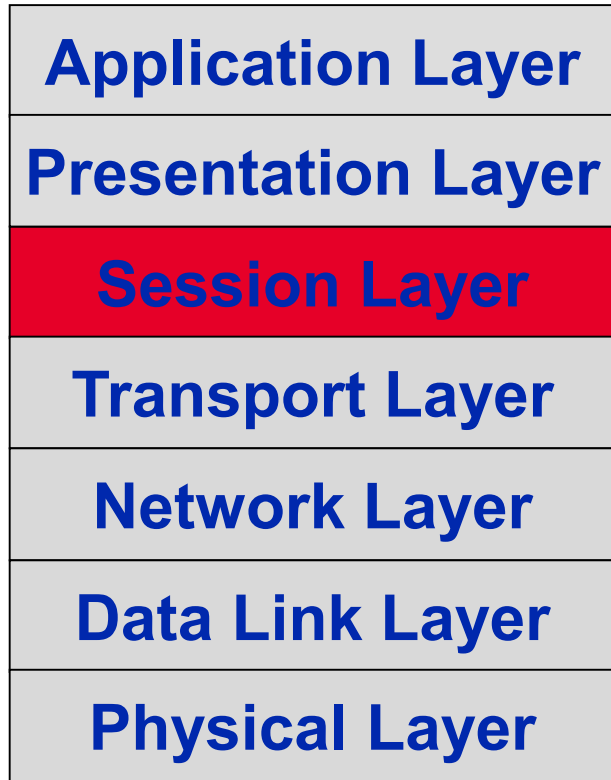
ISO-OSI Schichtenmodell



Schicht 4: **Transportschicht**

- Logische Kanäle (Multiplexen und Demultiplexen)
- Zerlegung von Nachrichten in kleinere Einzelpakete
- Einhaltung der richtigen Reihenfolge
- Wiederholungsanforderungen
- Fehlerkontrolle von Endsystem zu Endsystem

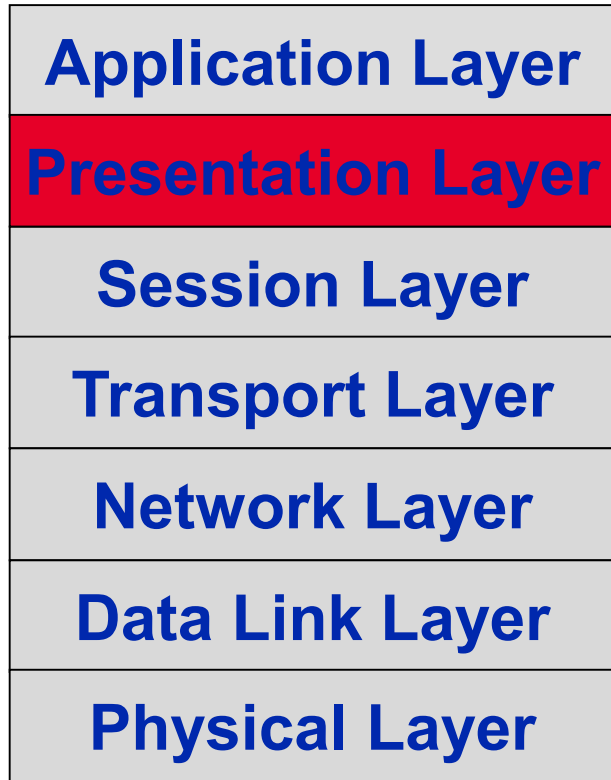
ISO-OSI Schichtenmodell



Schicht 5: **Kommunikationssteuerungsschicht**

- Aufbau von Sitzungen
- Authentifizierung und Passwortkontrolle
- Überwachung eines Betriebs während einer Sitzung
- Datenflusskontrolle
- Dialogkontrolle
- Synchronisation
- Abbau von Sitzungen

ISO-OSI Schichtenmodell



Schicht 6: **Darstellungsschicht**

- Festlegung der Syntax und Semantik der zu übertragenden Daten
- Umformung der Daten, sodass kommunizierenden Anwendungsprozesse sie verstehen können
- Schutz der Daten vor Zugriff unberechtigter Benutzer
- Verfahren zur Verschlüsselung

ISO-OSI Schichtenmodell

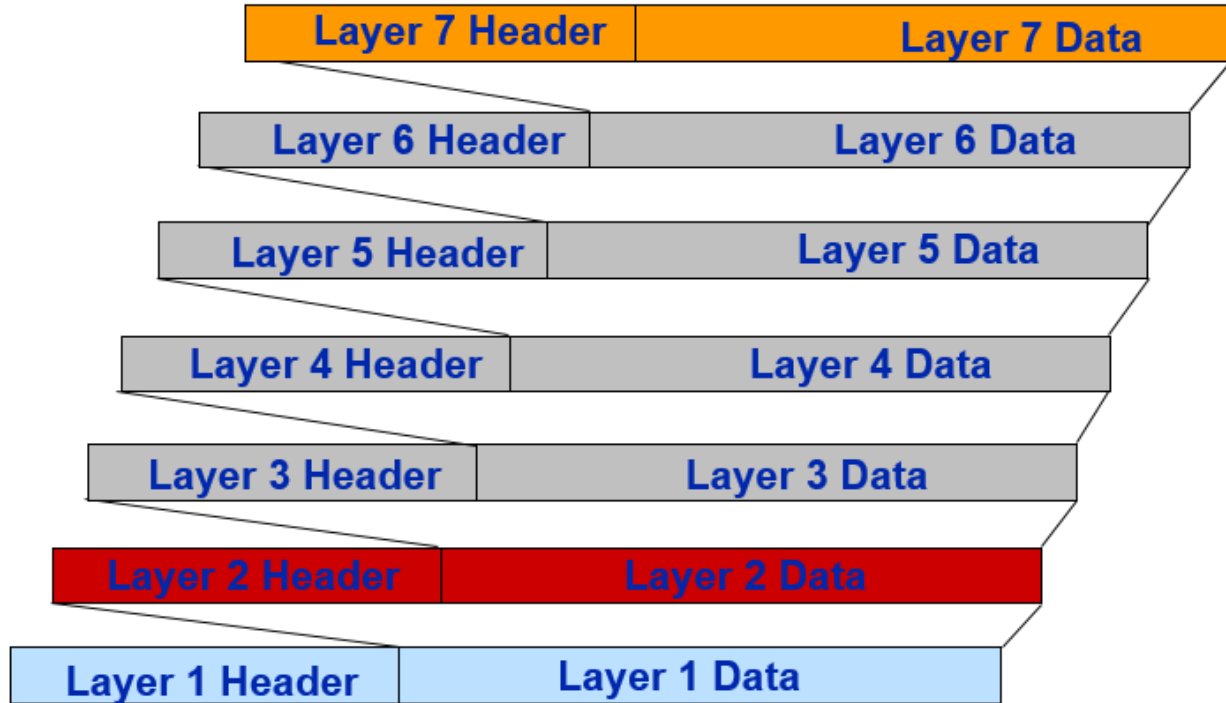


Schicht 7: **Anwendungsschicht**

- Anbieten von Diensten für die eigentlichen Applikationen z.B.:
 - Email-Service
 - Übertragung von Dateien
 - File-Server
 - Schreiben und Lesen von Variablen
 - Download von Speicherbereichen und Programmen

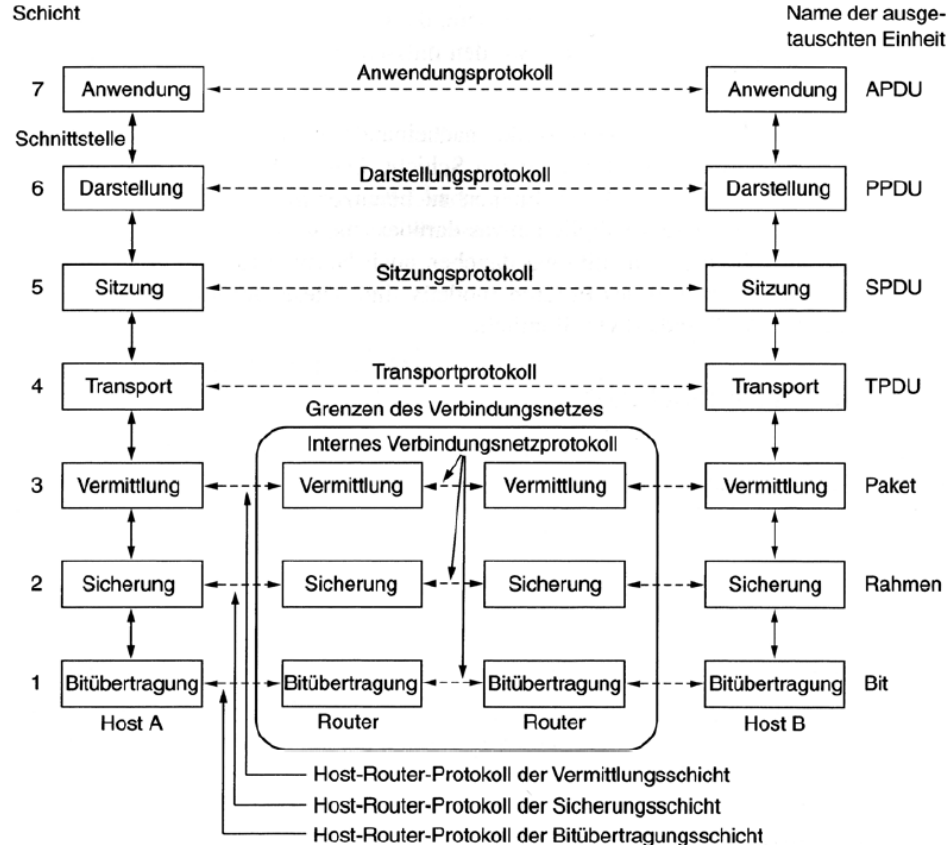
ISO-OSI Schichtenmodell

Telegrammaufbau



ISO-OSI Schichtenmodell

Kommunikation
zwischen 2 Teilnehmern



ISO-OSI Schichtenmodell

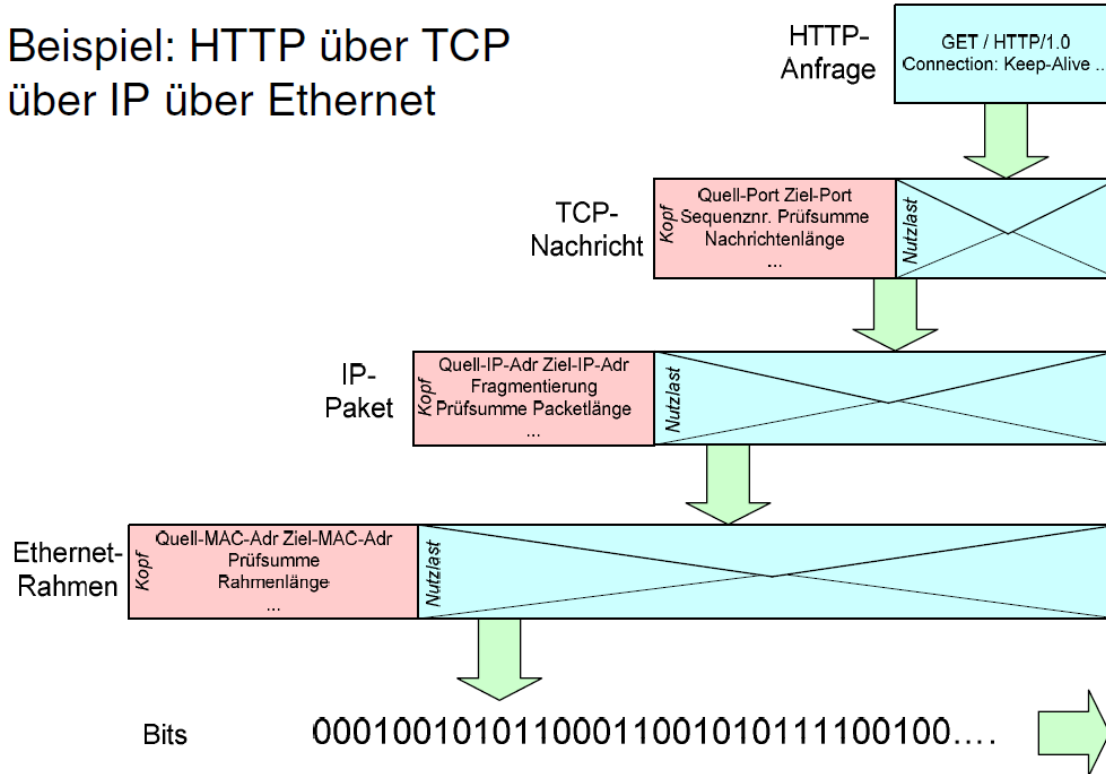
Beispiele für die Schichten

Schicht 7	Anwendung	Telnet, FTP, HTTP, SMTP, NNTP
Schicht 6	Darstellung	Telnet, FTP, HTTP, SMTP, NNTP, NetBIOS
Schicht 5	Kommunikation	TFTP, Telnet, FTP, HTTP, SMTP, NNTP, NetBIOS
Schicht 4	Transport	TCP, UDP, SPX, NetBEUI
Schicht 3	Vermittlung	IP, IPX, ICMP, T.70, T.90, X.25, NetBEUI
Schicht 2	Sicherung	LLC/MAC, X.75, V.120, ARP, HDLC, PPP
Schicht 1	Bitübertragung	Ethernet, Token Ring, FDDI, V.110, X.25, Frame Relay, V.90, V.34, V.24

ISO-OSI Schichtenmodell

Beispiele für die Schichten

Beispiel: HTTP über TCP
über IP über Ethernet



ISO-OSI Schichtenmodell

Implementierung Feldbusse

- L1:
 - Art des Signals / Kodierung
 - Art des Kabels (Medium)
 - Stecker mit Anschlussbelegung
 - Topologie
- L2:
 - Data Link Layer: fehlerfreie Übertragung
 - Zugriffsmechanismen
 - Strategie bei BusKollisionen
 - Datenformat
 - Adressierung
 - Kontrollbits
- L7:
 - Kommunikationsfunktionen für das AW-Programm und aw.spez. Protokolle

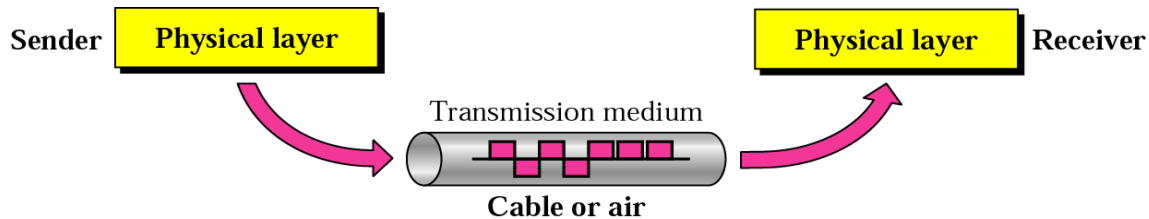
Bitübertragungsschicht - Übersicht

"Physikalisch" = physisch, nicht logisch (nicht "virtuell")

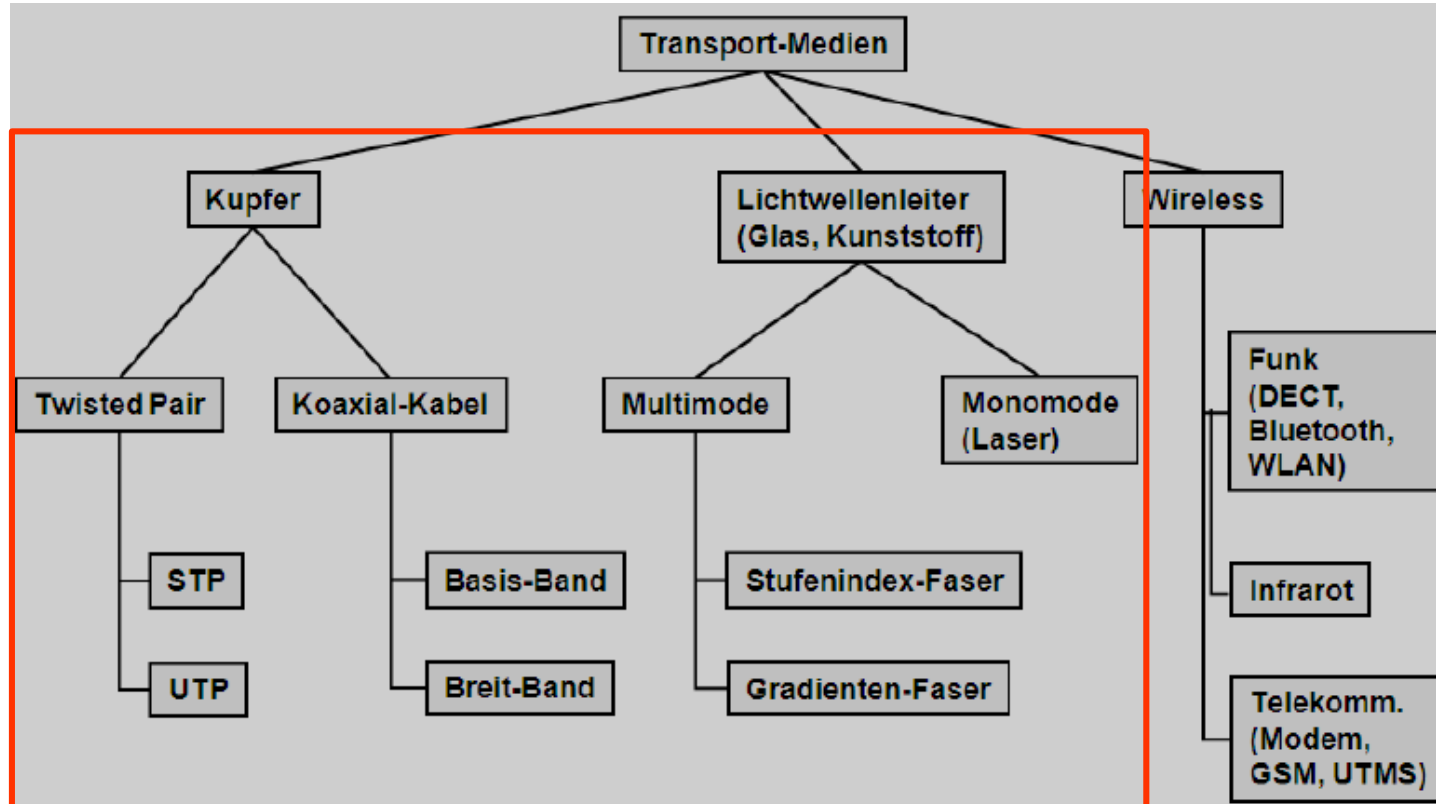
Technisches Funktionieren basiert auf **technischen Einrichtungen**, auf denen **Signale**, das sind **diskrete Werte physikalischer Größen** die übertragene **Information** darstellen.

Technische Einrichtungen:
elektrische Leitungen, Glasfaserkabel, Antennen

Signale:
Spannung, Strom, Lichtstärke, elektrische/magnetische Feldstärke



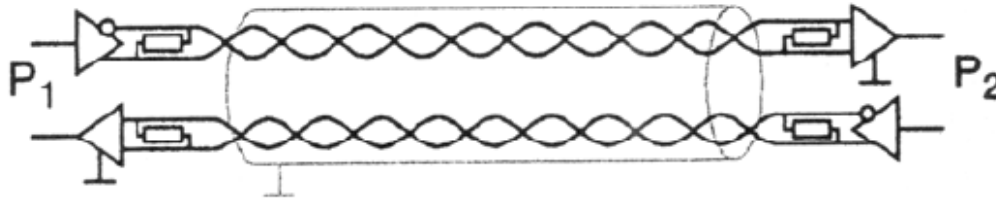
Bitübertragungsschicht – Übersicht Medien



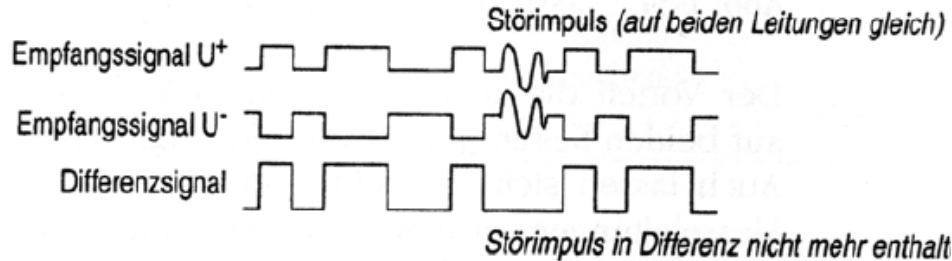
Bitübertragungsschicht – Phys. Medium

Bussystem	Leitung	Standard
Ethernet	Koax o. Twisted Pair	IEEE 802.3
PROFIBUS-FMS PROFIBUS-DP	Zweidraht, verdreht, geschirmt	RS 485
CAN	Zweidraht, verdreht, geschirmt	RS 485 (mod.)
LON	z.B. Zweidraht, verdreht	z.B. RS 485
Interbus-S	5-adrig, paarweise verdreht	RS 485
ASI	Zweidraht, ungeschirmt	Speziell
Foundation FB WorldFIP	Zweidraht, verdreht, geschirmt	IEC 61158-2
SERCOS	Lichtwellenleiter	

Bitübertragungsschicht – sym. Ansteuerung

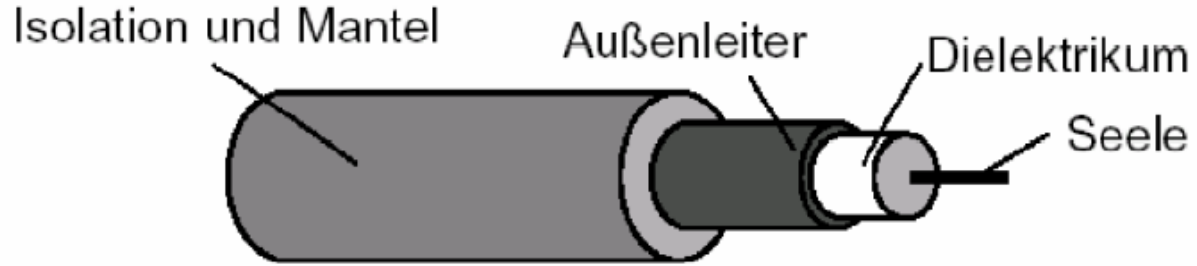
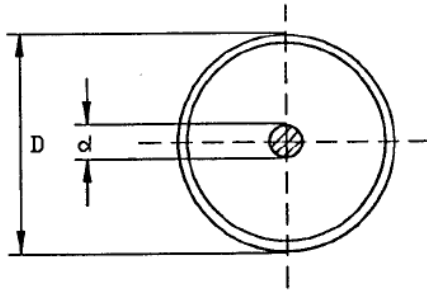


Der Sender bildet mit U^+ gegen U^- ein Differenzpotential.



Der Empfänger führt eine Subtraktion der Spannungen beider Leitungen bezogen auf sein Bezugspotential aus: eingekoppelte Störungen (gleichsinnig) subtrahieren sich zu Null.

Bitübertragungsschicht - Koaxialleitung



$$Z = \frac{60\Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln\left(\frac{D}{d}\right)$$

Bandbreite: 1 GHz

Wellenwiderstände: 50 Ohm; 75 Ohm

Einsatz auf langen Übertragungsstrecken > 1000m

Bitübertragungsschicht - Lichtwellenleiter

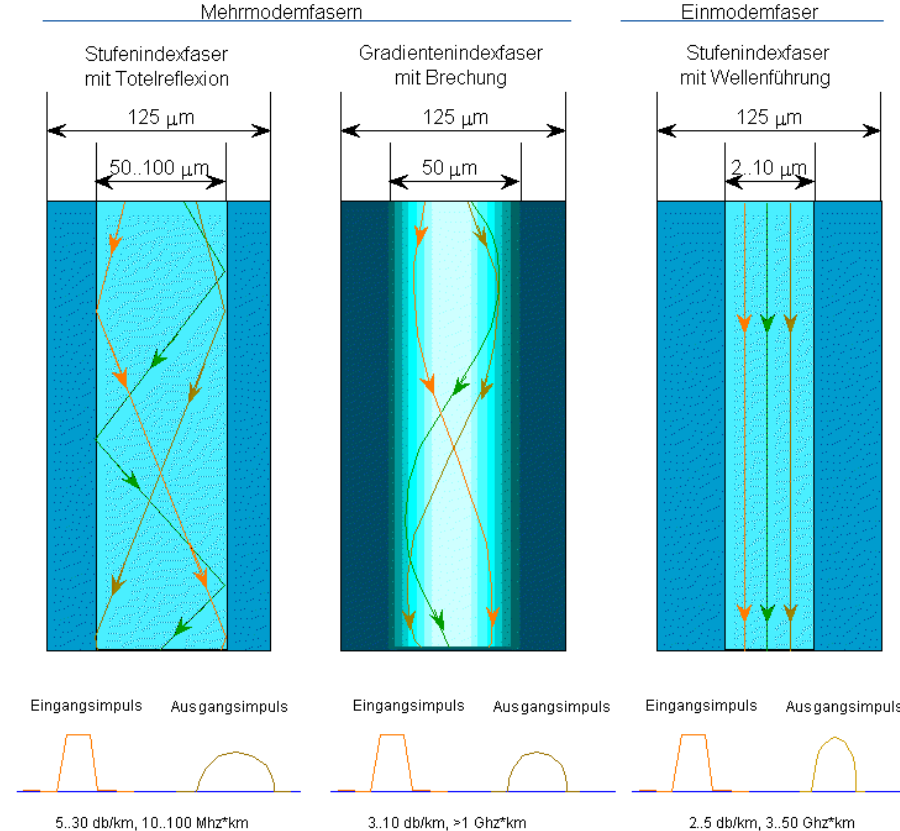
- Merkmale Lichtwellenleiter
- Vorteile
 - mechanische Eigenschaften
 - geringes Gewicht
 - kleine Abmessungen (2000 Fasern haben 85 mm Durchmesser)
 - hohe Übertragungsrate
 - Multimodefasern (Stufenindex) 20 MHz / km
 - Gradientenindex-Fasern 500 - 1800 MHz / km
 - Monomodefasern < 20.000 MHz / km

Bitübertragungsschicht - Lichtwellenleiter

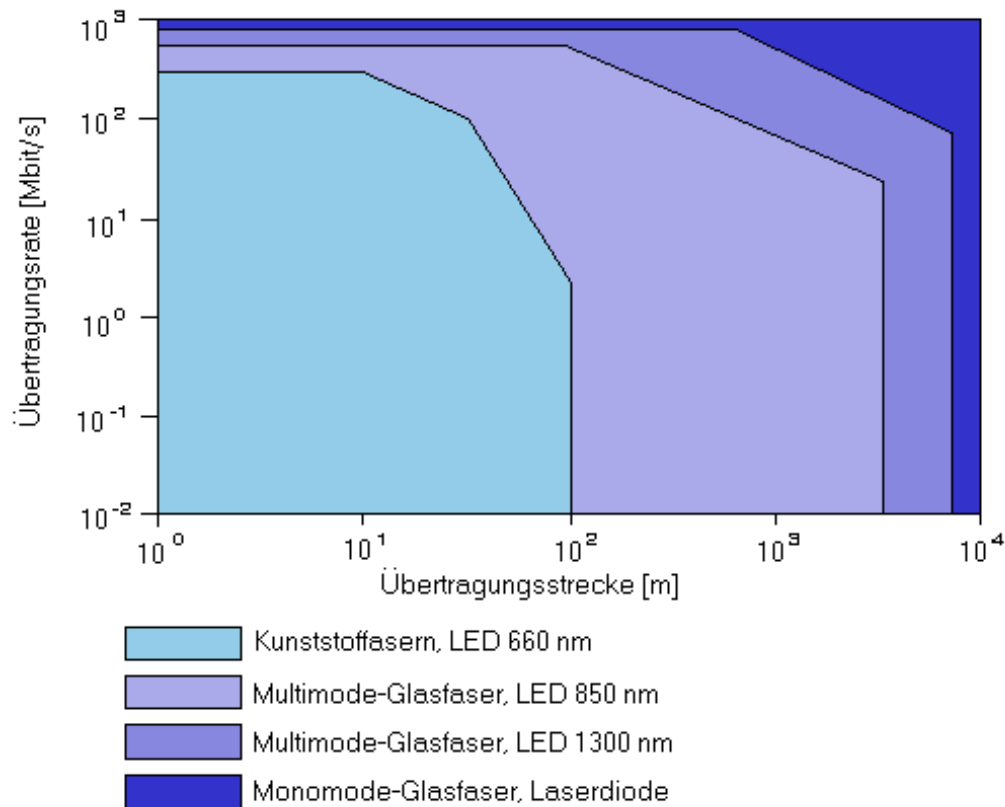
- Merkmale Lichtwellenleiter
- Nachteile
 - Gesamtsystem teuer als Systeme mit elektrischer Leitung
 - Empfindlich gegen Knicke / scharfes Biegen (Verlegung)
 - Installation aufwendiger (richtige Längen)

Bitübertragungsschicht - Lichtwellenleiter

Man unterscheidet
verschiedene Arten
von **Lichtwellenleitern**:



LWL – Übertragungsraten/-strecke



Physikalisches Medium – Zusammenfassung

Medium	Eigenschaften	
Twisted Pair, verdrillte Zweidrahtleitung	↑	Kostengünstig
	↑	einfache Handhabung und Konfektionierung
	↑	weit verbreitet
	→	Einsatz für Differenzsignale (Störungen kompensieren sich)
Koaxleitung	↓	Relativ teuer
	↓	schwierige Konfektionierung
	↑	gute HF-Eigenschaften
	↑	gute Störunterdrückung
Lichtwellenleiter	↓	Teuer
	→	relativ schwierige Konfektionierung
	↓	mechanisch empfindlich (Biegeradius)
	↑	Störungsempfindlich
	↑	galvanische Trennung

Physikalisches Medium – Zusammenfassung

Funk	↑	Weite Strecken
	↑	Kontaktlose Übermittlung
	→	begrenzte Bandbreite
	↓	starke gesetzliche Regelungen
Infrarot	↑	Berührungslos
	→	begrenzte Bandbreite
	↓	kurze Entfernungen
	↓	Schmutzempfindlich
Telekommunikation, Modem	↑	Fernwartung möglich
	↑	weltweite Erreichbarkeit
	↓	begrenzte Bandbreite
Powerline	↑	Vorhandenes Netz kann genutzt werden
	↓	nur niedrige Baudraten möglich
	↓	starke gesetzliche Regelungen
	↓	störepfindlich

Bitübertragungsschicht – Art des Signals

(Bit) **Seriell:**

Die Bits eines Zeichens werden auf einer einzigen Datenleitung nacheinander in einem festen Schritttakt übertragen.

(Bit) **Parallel:**

Alle Bits eines Zeichens/Datums werden gleichzeitig übertragen.

Synchron: Übertragung in einem festen Zeitraster

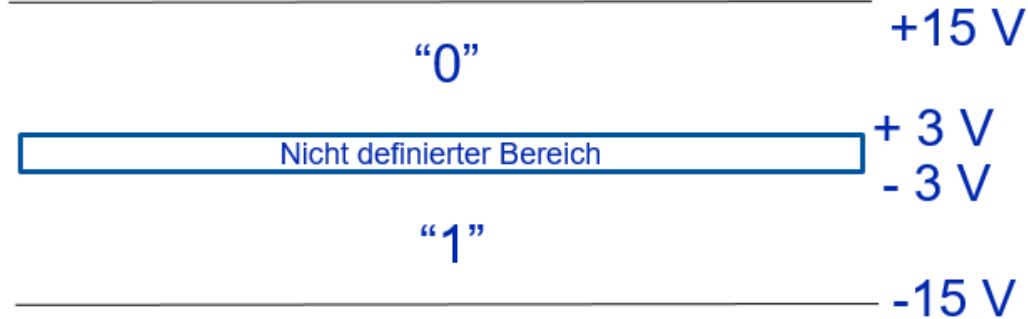
- gemeinsamer Takt für Sender und Empfänger oder zwei Taktgeneratoren, Empfänger synchronisiert sich durch die im Datenstrom enthaltene Taktinformation

Asynchron: Abstand zwischen zwei Zeichen ist beliebig lang.

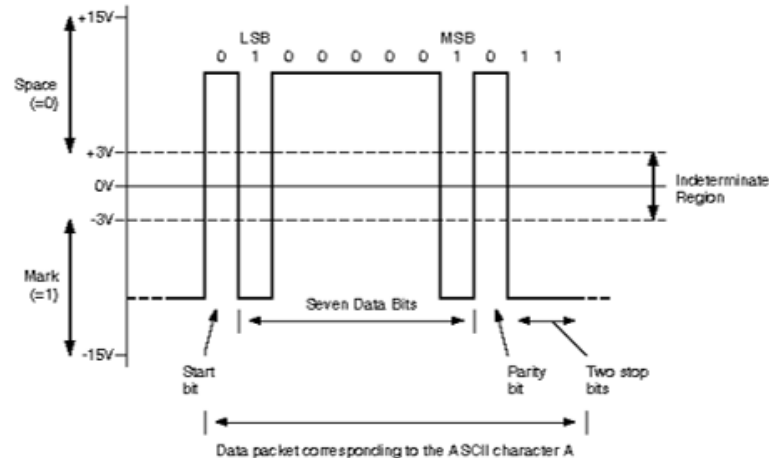
- Zwei Taktgeneratoren, Empfänger synchronisiert sich erneut mit jedem Zeichentransport durch die im Datenstrom enthaltene Start/Stop-Information.

Pegel am Beispiel der RS232 Schnittstelle

- Signalpegel:



- Beispiel:



Codierungsarten

- Zur **Übertragung** von **digitalen Zuständen** muss diese zunächst **codiert** werden.
- Die **digitale Information** kann dabei in der

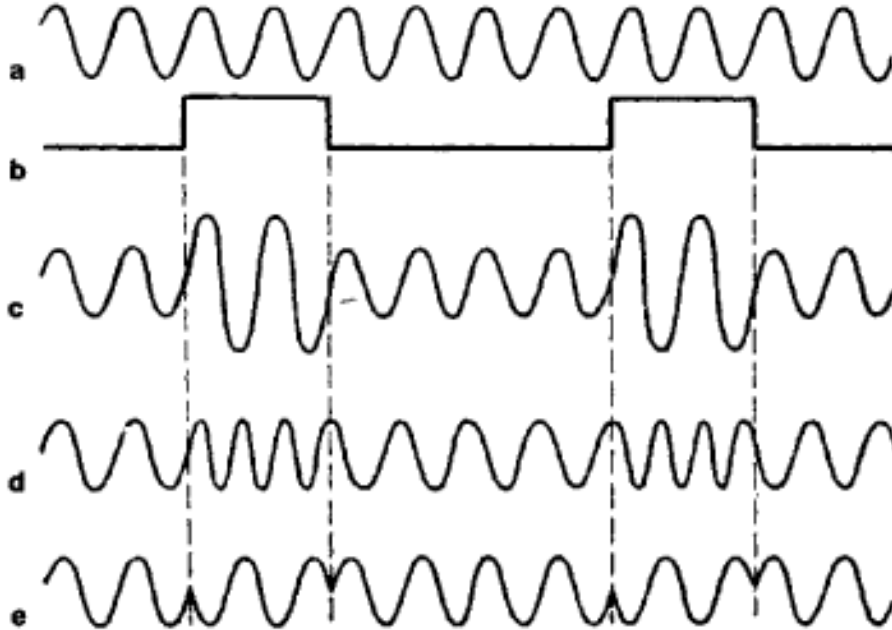
- **Amplitude**
- **Phase**
- **Frequenz**

enthalten sein (Modulation) !



- Hierbei können u.a. folgende Interessen im Vordergrund stehen:
 - Sicherheit
 - Kodierung der Taktinformation
 - Kodierung frei von Gleichanteilen
 - Implementierungsaufwand

Codierungsarten



(a) Unmoduliertes Signal

(b) Modulierendes Signal

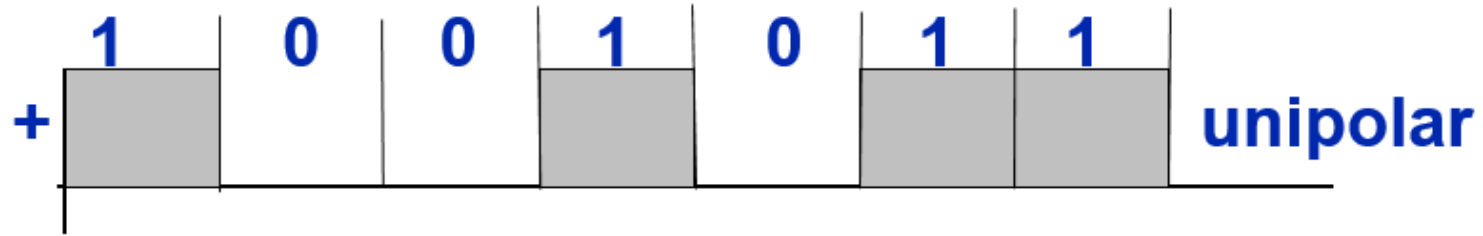
(c) Amplitudenmoduliert

(d) Frequenzmoduliert

(e) Phasenmoduliert

Codierungsarten - Amplitude

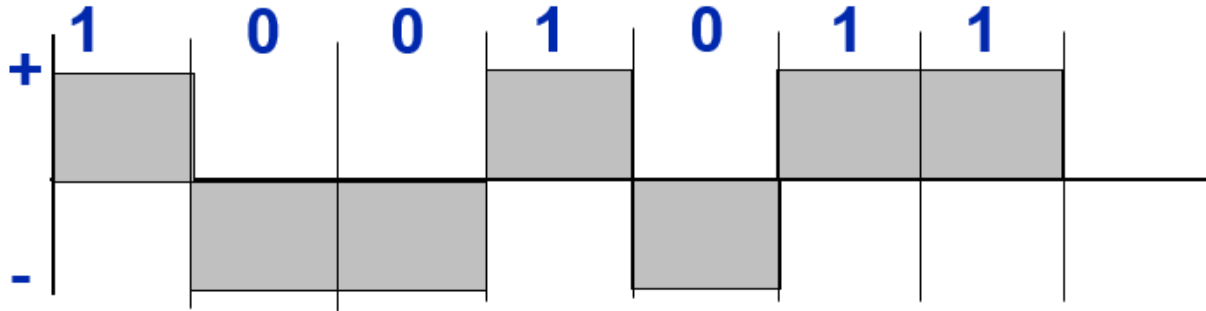
- Unipolare Codierung:



- Nicht frei von Gleichanteilen
- Taktinformation nicht enthalten
- Fehleranfällig (Leistungsbruch)

Codierungsarten - Amplitude

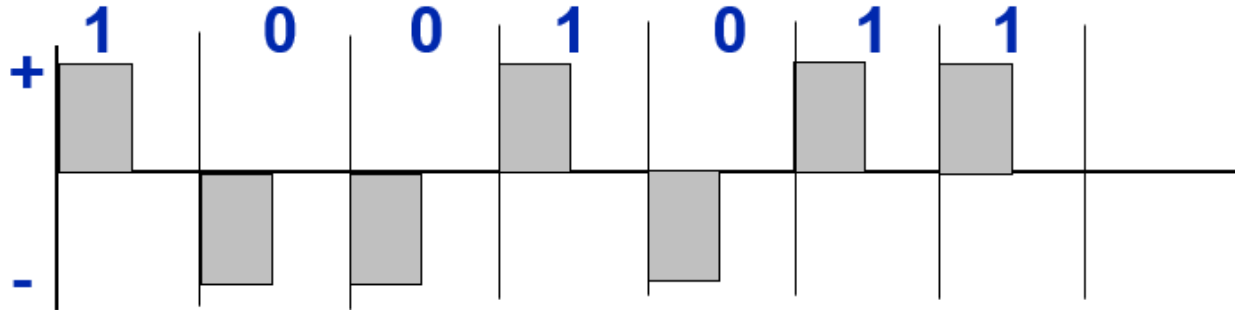
- **NRZ(-L) – Non-Return-to-Zero(-Level) – Bipolare Codierung**



- Zwei **unterschiedliche Spannungen** für "0" und "1"
- **Kein neutraler Pegel**
- **Spannung konstant** im **Bitintervall**

Codierungsarten - Amplitude

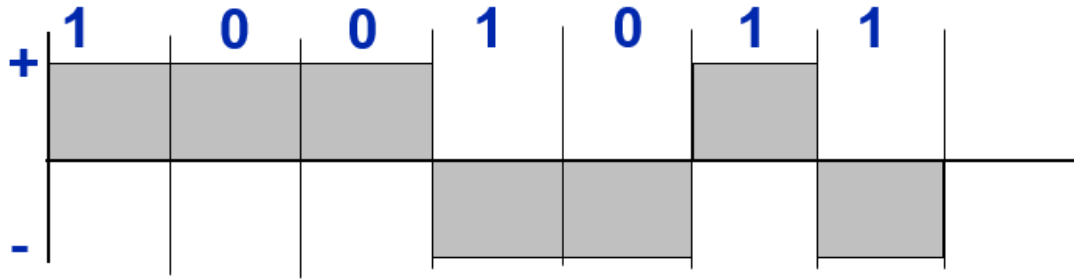
- **RZ – Return-to-Zero – Bipolare Codierung**



- Zwei **unterschiedliche Spannungen** für "0" und "1"
- **Pegel kehrt während des Taktes in den Ausgangszustand zurück**
- **Taktinformation enthalten!**

Codierungsarten - Amplitude

- **NRZ-I – Non-Return-to-Zero-Insert**



- **Differentielle Codierung** → Information in den Zustandsübergängen codiert

- Bildung: $p_k = d_k \oplus p_{k-1}$

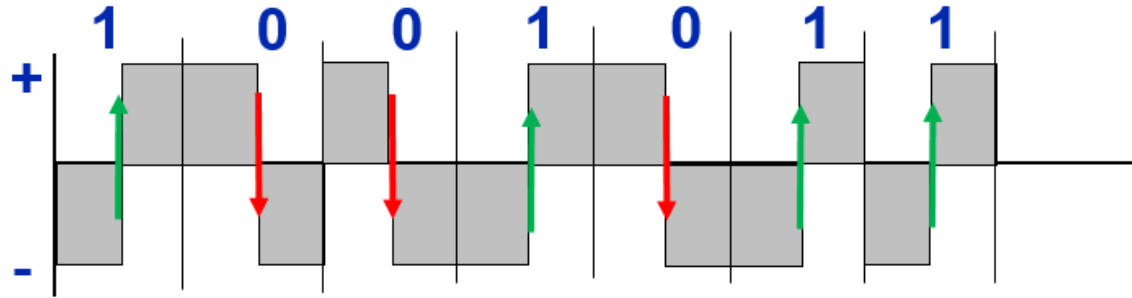
p_k – binäre Ausgangsdatenfolge

d_k – binäre Eingangsdatenfolge

\oplus – XOR – Verknüpfung

Codierungsarten - Amplitude

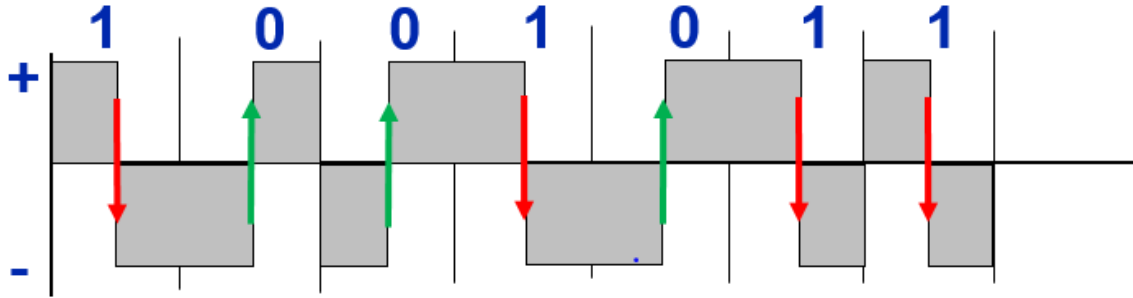
- Manchesterverfahren (hier: Definition nach IEEE 802.3)



- Low to High Übergang in der Mitte des Zyklus repräsentiert "1"
- High to Low Übergang in der Mitte des Zyklus repräsentiert "0"
- Übergang dient als Takt
- Kein Gleichanteil

Codierungsarten - Amplitude

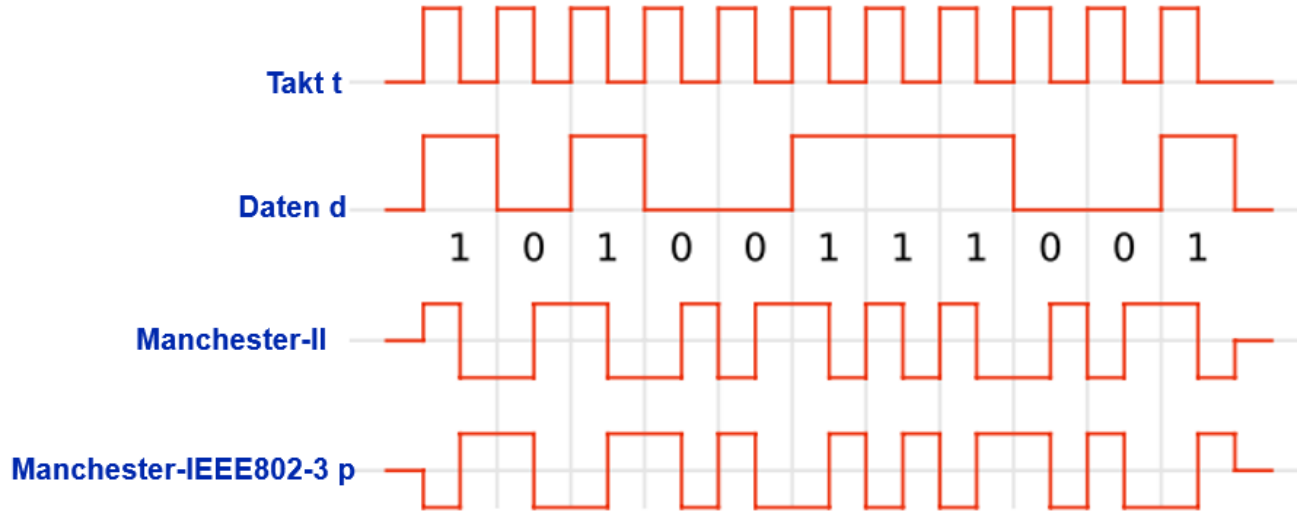
- Manchesterverfahren (hier: Definition nach Biphase-L oder Manchester-II):



- Low to High Übergang in der Mitte des Zyklus repräsentiert "0"
- High to Low Übergang in der Mitte des Zyklus repräsentiert "1"
- Übergang dient als Takt
- Kein Gleichanteil

Codierungsarten - Amplitude

▪ Manchesterverfahren

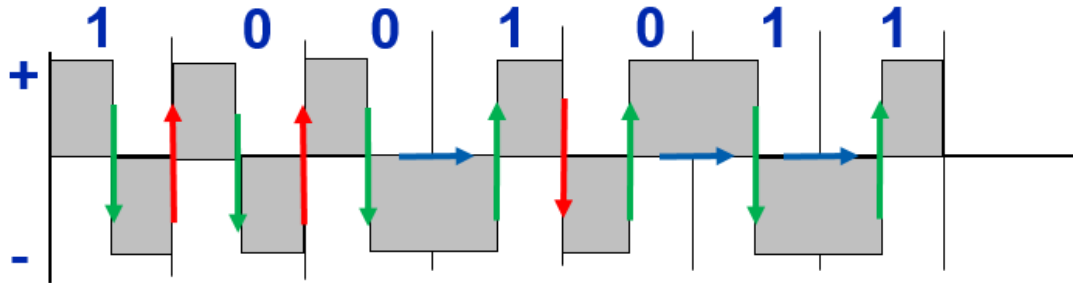


$$p_k = d_k \oplus t_k$$

\oplus – XOR – Verknüpfung

Codierungsarten - Amplitude

- **Differentielles Manchesterverfahren:**



- **Übergang in der Mitte des Zyklus ist nur Taktinformation**
- **Übergang am Beginn repräsentiert "0"**
- **Kein Übergang am Beginn repräsentiert "1"**
- **Übergang dient als Takt**
- **Kein Gleichanteil**

Codierungsarten - Amplitude

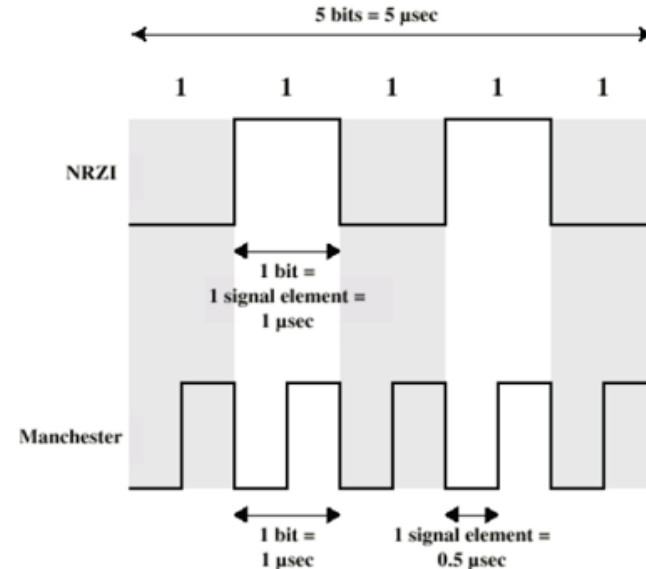
■ Vorteile:

- Takt im Signal enthalten
- Kein Gleichanteil
- Für Fehlererkennung vorteilhaft: Feste Übergänge erwartet (differentielles)

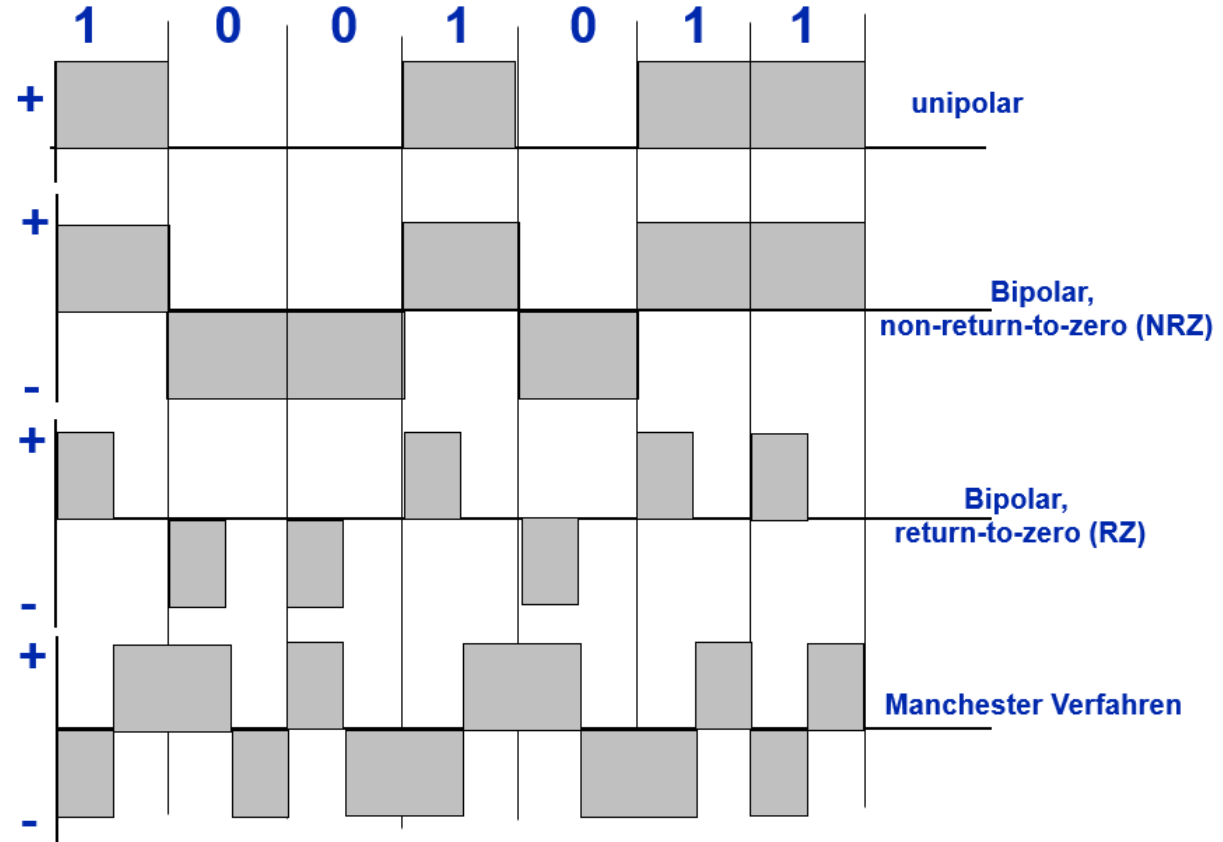
■ Nachteile:

- Benötigt mehr Bandbreite

Der wesentliche Vorteil der differentiellen Manchestercodierung besteht darin, dass die Polarität des codierten Signals für den korrekten Empfang und die Decodierung keine Rolle spielt.



Codierungsarten - Übersicht

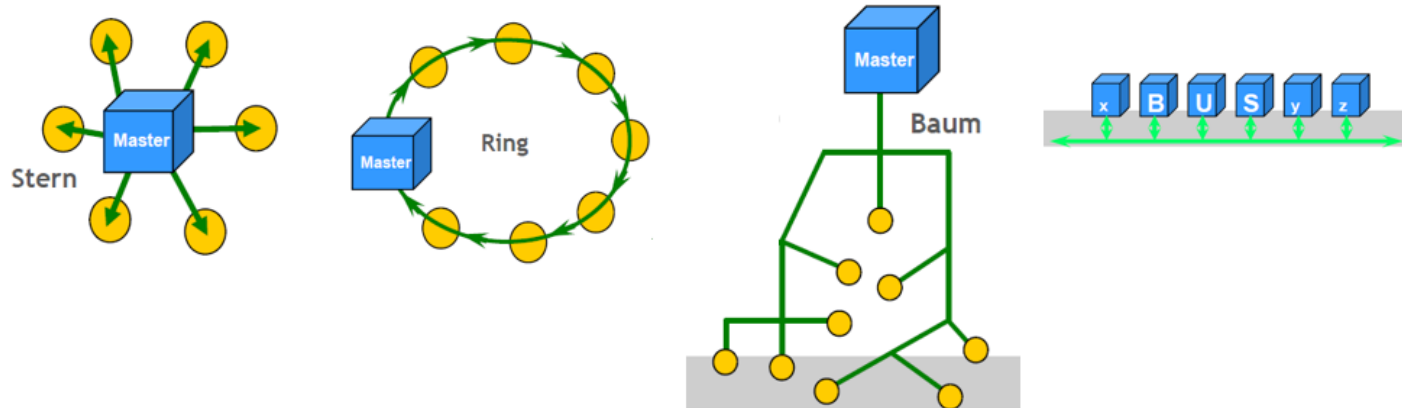


Implementierung Feldbusse

- **L1:**
 - Art des Signals / Kodierung
 - Art des Kabels (Medium)
 - Stecker mit Anschlussbelegung
 - Topologie
- **L2:**
 - Data Link Layer: fehlerfreie Übertragung
 - Zugriffsmechanismen
 - Strategie bei BusKollisionen
 - Datenformat
 - Adressierung
 - Kontrollbits
- **L7:**
 - Kommunikationsfunktionen für das AW-Programm und aw.spez. Protokolle

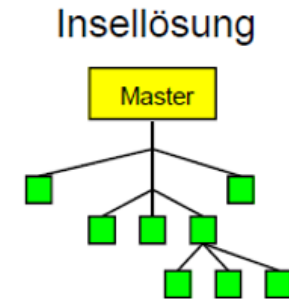
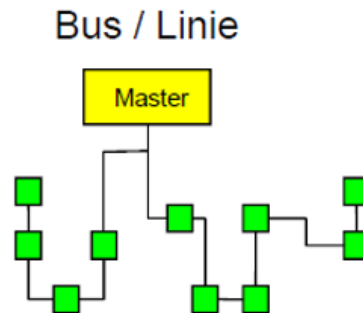
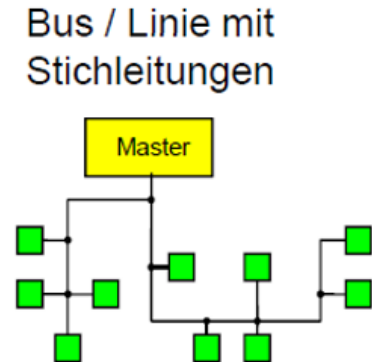
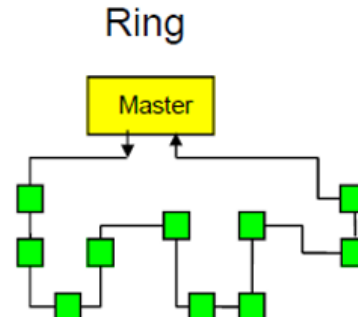
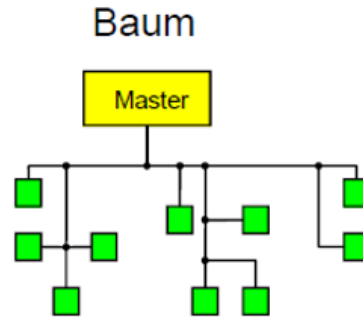
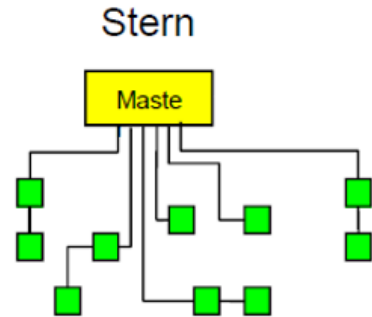
Topologien

- Für die **informationstechnische Kopplung** von räumlich **benachbarten Prozessen** sind verschiedene **Verbindungsstrukturen** wie
 - **Stern**,
 - **Ring**,
 - **Baum (Linie)**und **Bus (Linie)** realisierbar.
- Bei einer **größeren Anzahl** von **Teilnehmern** wird ein **serielles Bussystem** zur lokalen **Vernetzung** eingesetzt.



Topologien

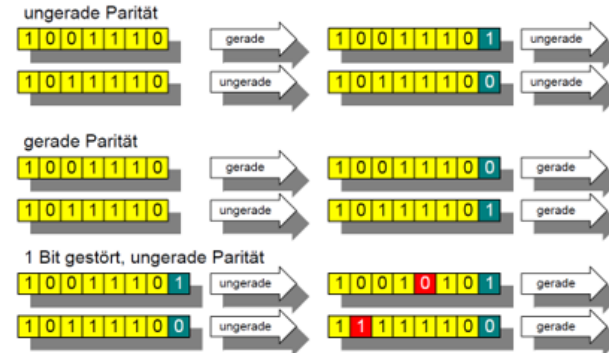
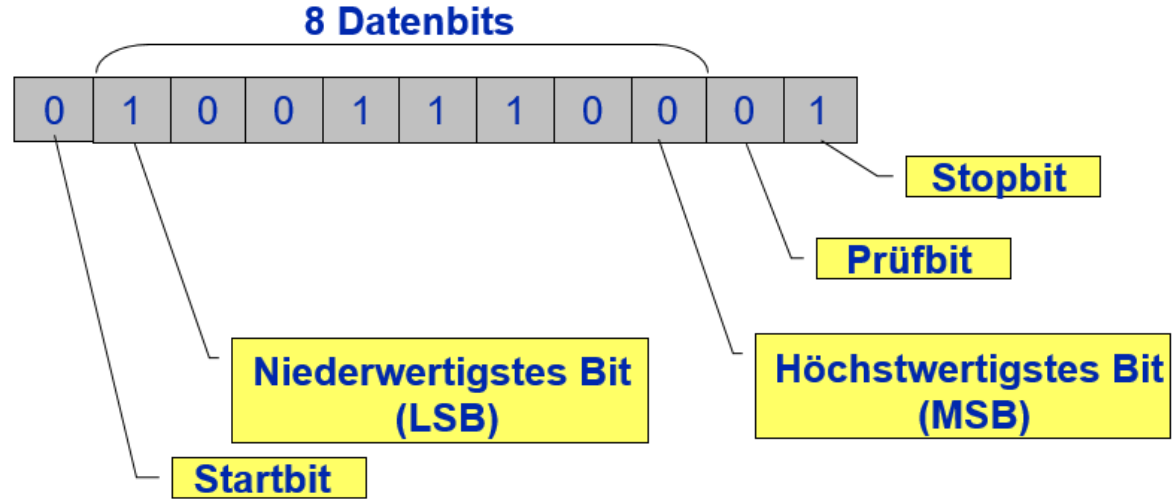
- Übersicht Topologien:



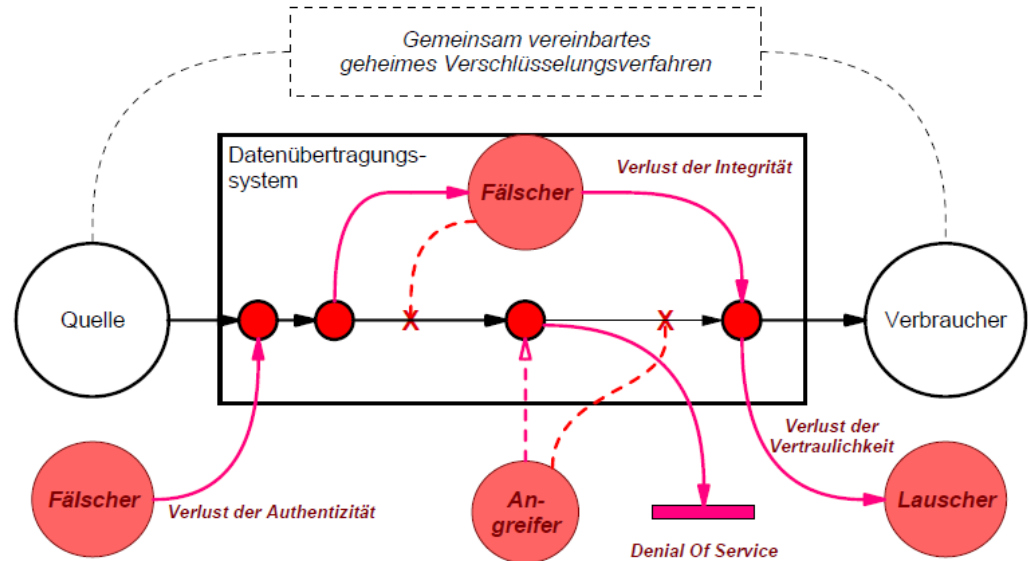
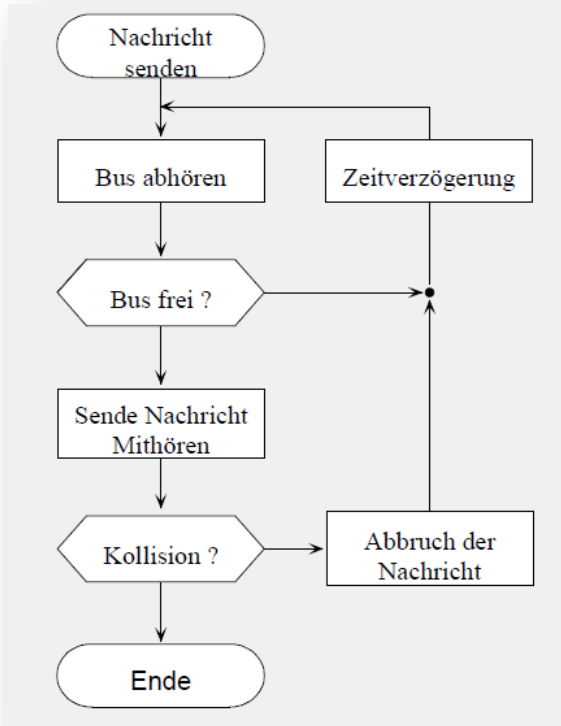
Topologien

Topologie	Eigenschaften	
Stern	↓	Punkt-zu-Punkt-Verbindung
	↓	viele Verbindungen, Kabel und Kontakte
	↓	Masterausfall legt das Netz lahm
	↑	Teilnehmerausfall ist für das Gesamtnetz nicht kritisch
Baum	↑	Teilnehmerausfall ist für das Gesamtnetz nicht kritisch
Linie mit Stichleitungen	↑	Teilnehmerausfall ist für das Gesamtnetz nicht kritisch
	↑	Multimasterfähig
Linie	↓	Teilnehmerausfall unterbricht das Gesamtnetz
	↑	Multimasterfähig
Ring	↓	Teilnehmerausfall unterbricht das Gesamtnetz
Insellösung	↓	Teilnehmerausfall unterbricht das Gesamtnetz
	↑	Vorortstationen mit Unterstationen möglich

Ausblick



Ausblick



UbiComp – Teil 4: Netzwerktechnik und industrielle Kommunikation I

Fragen?

Prof. Dr.-Ing. Dorothea Schwung